

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 765 724 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
02.04.1997 Patentblatt 1997/14

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: B29C 44/50, C08J 9/12

(21) Anmeldenummer: 96113789.0

(22) Anmeldetag: 29.08.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE FR GB IT LI NL SE

(71) Anmelder: Hermann Berstorff Maschinenbau  
GmbH  
30625 Hannover (DE)

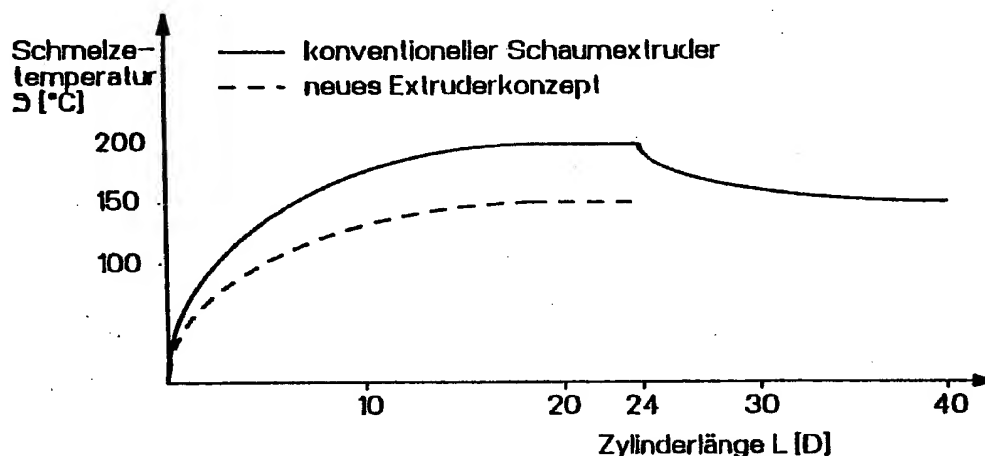
(30) Priorität: 30.09.1995 DE 19536711

(72) Erfinder: Kropp, Dirk, Dipl.-Ing.  
52070 Aachen (DE)

## (54) Verfahren zur Extrusion von Kunststoffschäumen aus thermoplastischen Polymeren

(57) Es wird ein Verfahren zur Extrusion von Kunststoffschäumen aus thermoplastischen Polymeren beschrieben. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß das thermoplastische Polymer als Granulat oder Pulver einer Begasungsanlage zugeführt, dort bei einer Temperatur unterhalb der Glasübergangstemperatur bzw. der Schmelztemperatur mit CO<sub>2</sub> als Treibgas beladen und anschließend extrudiert wird. Durch die

Sorption des CO<sub>2</sub> wird die Glasübergangstemperatur bzw. die Schmelztemperatur und somit auch die Viskosität des Polymers herabgesetzt, so daß das Polymer bei deutlich verringerten Temperaturen verarbeitet werden kann und im Extruder nicht mehr gekühlt werden muß. Es ergibt sich eine erhebliche Energieeinsparung, außerdem wird die Extruderanlage vereinfacht.



EP 0 765 724 A2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Extrusion von Kunststoffschäumen aus thermoplastischen Polymeren.

Bei der Extrusion thermoplastischer Schäume können verschiedene Treibmittel zum Einsatz kommen. Es handelt sich hier zum einen um chemische Treibmittel, die als Pulver oder in einem Trägermaterial dem Granulat beigemischt werden. Beim Überschreiten einer bestimmten Temperatur zerfallen diese in kleinere, gasförmige Moleküle, zumeist  $\text{CO}_2$  oder  $\text{N}_2$ . Dieses Gas liegt dann in der Polymerschmelze gelöst vor und diffundiert durch den Druckabfall am Werkzeugaustritt aus der Schmelze aus, wodurch es zur Blasenbildung kommt. Andererseits können aber auch physikalische Treibmittel verwendet werden, die sowohl flüssig als auch gasförmig vorliegen können. Während bei gasförmigen Treibmitteln, wie  $\text{CO}_2$  oder  $\text{N}_2$ , der oben beschriebene Prozeß die Blasenbildung hervorruft, kommt bei den flüssigen Treibmitteln noch der Verdampfungseffekt hinzu.

Die früher verwendeten FCKW werden dabei zur Zeit durch alternative Treibmittel mit geringerem Gefährdungspotential für die Umwelt ersetzt. Derartige Treibmittel sind beispielsweise  $\text{CO}_2$  oder  $\text{N}_2$ , die nach der Methode der Direktbegasung in den Extruder eingespritzt werden. Dabei wird zuerst das Granulat aufgeschmolzen, dann das Treibmittel eingedüst und vermischt und danach das Schmelze/Treibgasgemisch stark abgekühlt, um es anschließend durch ein Werkzeug auszuformen. Hier ist eine deutliche Absenkung der Temperatur notwendig, da durch die Diffusion des Treibgases in das Polymer die Viskosität des Schmelze/Treibgasgemisches stark herabgesetzt wird und die Schmelzefestigkeit zu gering wäre, um einen Schaum herzustellen. Es ist hier im übrigen erforderlich, einen sehr langen Einschnckenextruder mit einem Länge/Durchmesser Verhältnis von ca. 40 einzusetzen. Alternativ kann die Anlage aus einer Kaskade mit einem Doppelschnckenextruder und einem sich anschließenden, kürzeren Einschnckenextruder bestehen. In dem Doppelschnckenextruder wird das Polymer aufgeschmolzen und das Treibmittel eingespritzt und vermischt. Der nachfolgende Einschnckenextruder hat im allgemeinen einen größeren Zylinderdurchmesser, um einen besseren Wärmeaustausch und geringere Friktionsenergieerzeugung zu gewährleisten und dient der Kühlung der Schmelze auf die Ausformtemperatur.

Nachteilig bei der Extrusion thermoplastischer Schäume mittels Direktbegasung sind die erforderliche extreme Maschinenlänge, die damit verbundenen hohen Maschinenkosten und der große Energieverlust, der durch die Kühlung der Schmelze verursacht wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein neues Verfahren zur Extrusion von thermoplastischen Schäumen mit alternativen Treibmitteln zu schaffen, bei dem eine Polymer-Treibmittel-Schmelze im Extruder bei deutlich verringerten Temperaturen verarbeitet werden

kann und im Extruder nicht mehr gekühlt werden muß.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Die weitere Ausgestaltung der Erfindung ist den Unteransprüchen zu entnehmen.

Das Granulat wird nach dem Vortrocknen in einer Begasungsanlage bei vorzugsweise erhöhter Temperatur und Druck einige Zeit mit  $\text{CO}_2$  als Treibgas beladen und anschließend extrudiert. Durch Sorption des Treibgases wird bei amorphen Thermoplasten - insbesondere bei Polystyrol - die Glasübergangstemperatur und somit auch die Viskosität deutlich herabgesetzt. Die extreme Herabsetzung der Glasübergangstemperatur und der Viskosität ermöglicht die Herstellung thermoplastischer Schäume bei deutlich niedrigeren Temperaturen als der dem Stand der Technik entsprechenden Verarbeitungstemperaturen. Bei teilkristallinen Polymeren läßt sich durch die erfindungsgemäße Sorption des  $\text{CO}_2$  eine Herabsetzung der Schmelztemperatur und somit gleichfalls eine Herabsetzung der Verarbeitungstemperatur erreichen. Insgesamt ergibt sich eine erhebliche Energieeinsparung, wobei die thermoplastischen Schäume auf Extrudern mit deutlich kürzeren Baulängen und vereinfachtem Aufbau hergestellt werden können.

Die erfindungsgemäße Begasung setzt voraus, daß das Gas in den jeweiligen Polymeren eine gute Löslichkeit aufweist. Die Löslichkeit von Gasen oder Flüssigkeiten in Polymeren ist eine Funktion des Druckes und der Temperatur - hoher Druck und niedrige Temperatur begünstigen die Sorption von Treibgasen. Besonders gute Löslichkeitsparameter werden erreicht, wenn das Gas in den sogenannten überkritischen Zustand übergeht.

Hierbei eignet sich Kohlendioxid besonders gut, um Polymere in ihrer Viskosität zu erniedrigen, da dieses Gas im Vergleich zu Stickstoff eine 24-mal höhere Löslichkeit in Polymeren besitzt. Kohlendioxid geht bereits bei einer Temperatur von  $31^\circ \text{C}$  und einem Druck von etwas mehr als 73-76 bar in den überkritischen Zustand über.

In der Zeichnung ist ein Vergleich zwischen dem Schmelztemperaturverlauf gemäß dem Stand der Technik und gemäß der Erfindung dargestellt. Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird ein thermoplastisches Polymer, vorzugsweise ein amorpher Thermoplast in Form von Granulat oder Pulver in eine Begasungsanlage eingegeben und dort mit einer bestimmten Menge Treibmittel beladen. Bei dem Treibmittel handelt es sich um  $\text{CO}_2$ . Anschließend wird das Polymer in einem Extruder eingegeben, dort aufgeschmolzen und in Richtung eines Extrusionswerkzeuges gefördert. Die extrudierte, mit dem Treibmittel beladene Schmelze wird durch ein Werkzeug ausgeformt und der extrudierte Schaum von Nachfolgeeinrichtungen gekühlt, kalibriert und abgezogen.

Die durch die Vorbegasung erreichte Erniedrigung der Glasübergangstemperatur bzw. der Schmelztemperatur und somit auch der Schmelzeviskosität ist so

hoch, daß die Extruder- und Werkzeugtemperaturen deutlich niedriger liegen, als die dem Stand der Technik entsprechenden Verarbeitungstemperaturen. Die erfindungsgemäß nicht mehr erforderliche Kühlung des Polymer-Treibmittelgemisches erlaubt den Einsatz eines handelsüblichen Extruders kürzerer Bauart. Zusätzlich ergeben sich sehr hohe Energieeinsparungen. Der alternative Einsatz einer kostenintensiven Tandemextrusionslinie ist gleichfalls nicht mehr erforderlich.

Die Zeichnung zeigt einen Vergleich zwischen dem Schmelztemperaturverlauf bei einem konventionellen Extruder und bei einem erfindungsgemäß stark verkürzten Extruder. Es wird deutlich, daß durch die erfindungsgemäße Vorbegasung des Polymers nicht nur ein kürzerer Extruder eingesetzt werden kann, sondern daß auch erhebliche Energie eingespart wird. Im übrigen ist zu berücksichtigen, daß die Begasungsanlage für den Transport und die Druckerhöhung des Treibgases deutlich weniger Energie benötigt, als ein längerer Extruder bzw. eine Tandemextrusionslinie zum Heizen der Zylinderzonen.

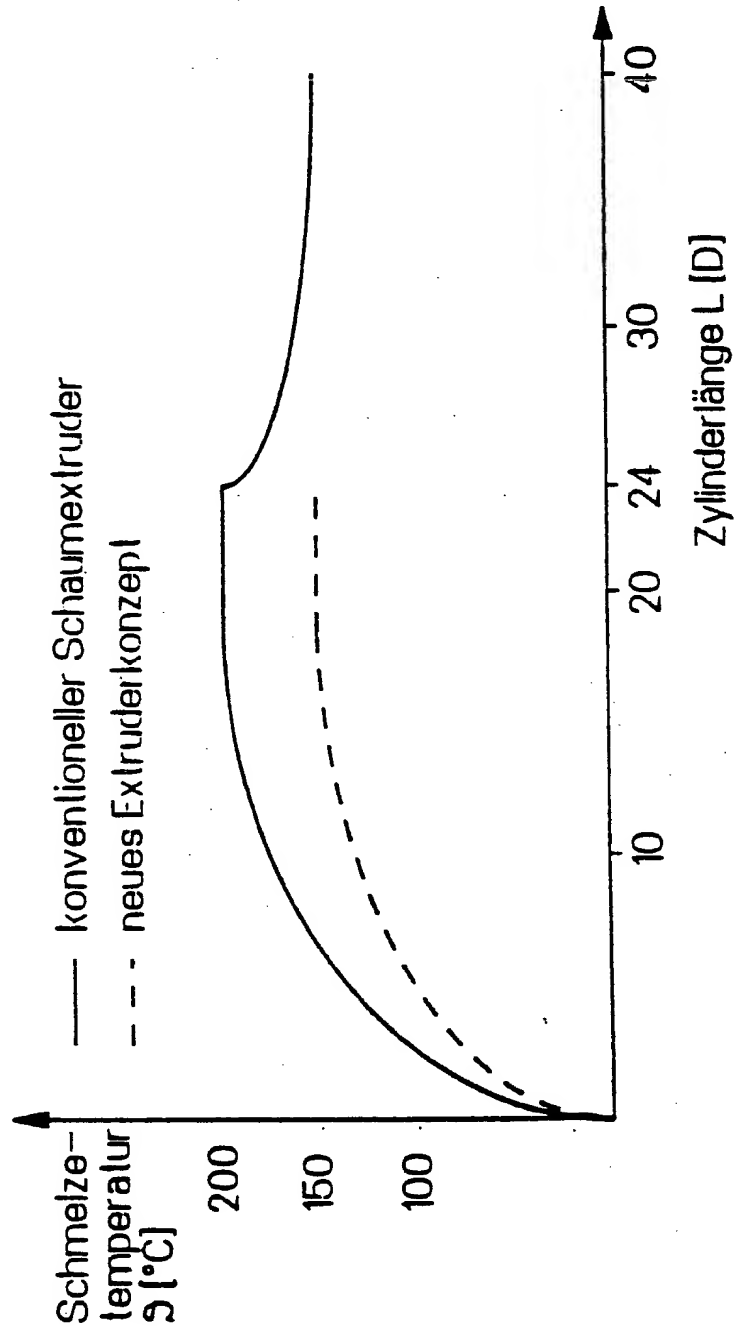
Bei der Durchführung des Verfahrens wurde beispielsweise folgendermaßen vorgegangen:

Als Polymer/Treibgassystem wurde Polystyrol/CO<sub>2</sub> ausgewählt. Dabei wurde ein Polystyrol vom Typ PS 158 K (BASF) bei 60 bar über einen Zeitraum von 24 Stunden mit CO<sub>2</sub> begast. Das mit Treibgas beladene Polymer wurde dem Begasungsbehälter entnommen und direkt anschließend in einen 60 mm Extruder mit einem L/D-Verhältnis von 27 gefüllt, wo es bei 148° C extrudiert wurde. Die Schmelze wurde durch ein Werkzeug ausgeformt und der extrudierte Schaum von Nachfolgeeinrichtungen gekühlt, kalibriert und abgezogen. Der hergestellte Schaum hatte eine Dichte von ca. 50 kg/m<sup>3</sup>.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Extrusion von Kunststoffschäumen aus thermoplastischen Polymeren **dadurch gekennzeichnet**, daß das thermoplastische Polymer, bei dem es sich um ein amorphes oder teilkristallines Polymer handelt, als Granulat oder Pulver einer Begasungsanlage zugeführt, dort bei einer Temperatur unterhalb der Glasübergangstemperatur bzw. der Schmelztemperatur unter Druck mit CO<sub>2</sub> als Treibgas beladen und anschließend extrudiert wird, derart, daß durch Sorption des Treibgases die Glasübergangstemperatur bzw. die Schmelztemperatur und somit auch die Viskosität herabgesetzt werden, und das Polymer bei deutlich verringerten Temperaturen extrudiert werden kann.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das thermoplastische Polymer in der Begasungsanlage bei einem Druck von 1 bar bis 250 bar, vorzugsweise von etwa 60 bar mit CO<sub>2</sub> beladen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und gegebenenfalls Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß als thermoplastisches Polymer ein amorpher Thermoplast eingesetzt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 und gegebenenfalls einem oder mehreren der weiteren Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß als thermoplastisches Polymer ein Polystyrol eingesetzt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1 und gegebenenfalls einem oder mehreren der weiteren Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Polymer bei erhöhter Temperatur vorgetrocknet und direkt im Anschluß an die Vortrocknung mit CO<sub>2</sub> begast wird, derart, daß die Beladung mit CO<sub>2</sub> beschleunigt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1 und gegebenenfalls einem oder mehreren der weiteren Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das thermoplastische Polymer in einer Vortrocknungsanlage bei erhöhter Temperatur mit CO<sub>2</sub> getrocknet und dabei gleichzeitig begast wird.



## Method for extruding thermoplastic polymeric foams

Patent Number: EP0765724  
Publication date: 1997-04-02  
Inventor(s): KROPP DIRK DIPL-ING (DE)  
Applicant(s): BERSTORFF GMBH MASCH HERMANN (DE)  
Requested Patent: ☐ EP0765724, A3  
Application Number: EP19960113789 19960829  
Priority Number(s): DE19951036711 19950930  
IPC Classification: B29C44/50 ; C08J9/12  
EC Classification: B29C44/34F2, B29C44/34J6, C08J9/12B  
Equivalents: ☐ DE19536711

---

### Abstract

---

A process for the extrusion of plastic foam from thermoplastic polymers (I) comprises placing amorphous or partly crystalline (I) in a gasifier, loading with CO<sub>2</sub> (blowing agent) under pressure at a temp. below the T<sub>g</sub> or m.pt. of (I) and then extruding. The T<sub>g</sub> or m.pt. of (I), and therefore also the viscosity, is lowered by sorption of the gas so that the polymer can be extruded at appreciably lower temps.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

